

SKRIPSI

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN
TYPE INDUCED DRAFT COUNTER FLOW



OLEH
BYLAN ADMIRAL
03121005079

KELOMPOK TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER

S
536.407
Dyl
a
2016

-9022-

SKRIPSI

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW*



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



DYLAN ADMIRAL
03121005079

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN
TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW*

SKRIPSI

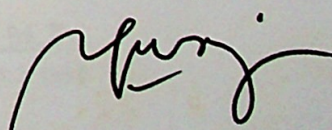
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :
DYLAN ADMIRAL
03121005079

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 196902131995031001

Inderalaya, Desember 2016
Diperiksa dan Disetujui Oleh,
Pembimbing Skripsi


Ir. Hj. Marwani, M.T.
NIP.195903211987031001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 008/TM/AF/2017
Diterima Tgl. : 24 / 1 - 2017
Paraf : *VGP*

SKRIPSI

Nama : DYLAN ADMIRAL
NIM : 03121005079
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN
TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW*
Dibuat Tanggal : 21 JULI 2016
Selesai Tanggal : 15 DESEMBER 2016

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 19690213 199503 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

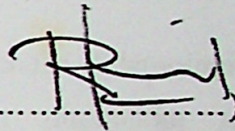
Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijay pada tanggal 15 Desember 2016.

Inderalaya, 15 Desember 2016.

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

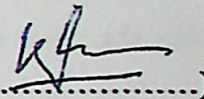
Ketua :

1. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19560604 198602 1 001

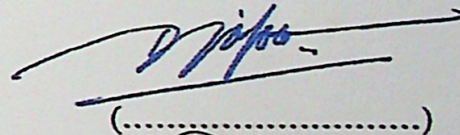
(.....)

Anggota :

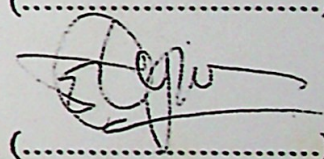
2. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19570118 198503 1 004

(.....)

3. Ir. Dyos Santoso, M.T.
NIP. 19601223 199102 1 001

(.....)

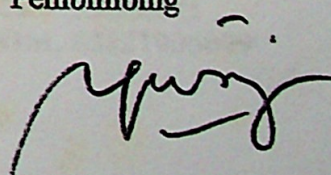
4. Ellyanie, S.T., M.T.
NIP. 19690501 199412 2 001

(.....)

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Oमारul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 196902131995031001

Pembimbing


Ir. Hj. Marwani, M.T.
NIP. 19650322 199102 2 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dylan Admiral

NIM : 03121005079

Judul : Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Desember 2016

Penulis



Dylan Admiral

NIM. 03121005079

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dylan Admiral

NIM : 03121005079

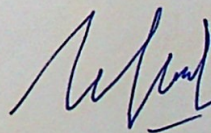
Judul : Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow*

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Desember 2016

Penulis,



Dylan Admiral

NIM. 03121005079

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- Bertawakal kepada Allah SWT
- Gapailah ilmu setinggi langit
- Lakukan yang terbaik yang bisa dilakukan.
- Berusaha keras jangan mudah menyerah.

Karya ini ku persembahkan untuk :

1. Rasa syukur kepada Allah SWT dan rasulullah Muhammad SAW.
2. Orang tua dan adik tersayang yang selalu mendukung dan mendoa'kan.
3. Saudara-saudara muslim berserta keluarga besar.
4. Sahabat-sahabatku.
5. Teman-teman seperjuangan (TM' UNSRI).
6. Almamater (Universitas Sriwijaya).

RINGKASAN

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 15 Desember 2016

Dylan Admiral; Dibimbing oleh Ir. Hj. Marwani, M.T.

Performance Analysis of Induced Draft Counter Flow Cooling Tower

xxi + 43 halaman, 3 tabel, 19 bagan, 3 lampiran

Penelitian ini membahas tentang performansi dari menara pendingin tipe *induced draft counter flow*. Menara pendingin tipe *induced draft counter flow* yaitu menara pendingin yang memiliki *fan* pada bagian atas menara untuk menghisap udara dari lingkungan. *Fan* digunakan untuk memaksa perpindahan panas secara konveksi antara air yang masuk ke menara pendingin dan udara lingkungan yang terhisap masuk menara pendingin. Udara yang masuk ke dalam menara akan menerima kalor dari air yang disemprotkan ke bawah sehingga terjadi perpindahan kalor dari air ke udara. Analisis dilakukan dengan membandingkan parameter-parameter menara pendingin pada kondisi desain dengan kondisi aktual. Menara pendingin yang diteliti terdiri dari 9 cell. Pada masing-masing cell memiliki 1 instalasi *fan*. Air pendingin yang dihasilkan oleh menara pendingin akan disalurkan menuju 3 unit proses yaitu *Ammonia Plant*, *Urea Plant*, dan *Utility Plant*. Setelah air melewati unit proses dan mengalami kenaikan temperatur, air tersebut akan kembali menuju menara pendingin untuk didinginkan kembali. Menara pendingin juga disuplai oleh Demin Plant untuk menutupi kerugian air yang terjadi akibat penguapan air yang terjadi pada menara pendingin. Setelah dilakukan pengambilan data di lapangan diketahui pada kondisi desain menara pendingin dioperasikan pada laju aliran $26650 \text{ m}^3/\text{h}$ sedangkan debit aliran pada kondisi aktual adalah $22286,44 \text{ m}^3/\text{h}$. Penurunan terjadi pada hampir seluruh parameter performansi menara pendingin. Pada kondisi desain temperatur air masuk menara pendingin yaitu $45,5^\circ\text{C}$ dan temperatur air keluar sebesar 32°C . Sedangkan pada kondisi aktual temperatur air masuk menara pendingin yaitu $37,44^\circ\text{C}$ dan temperatur air keluar sebesar $30,92^\circ\text{C}$. Hal ini mengakibatkan turunnya *temperature range* dari $13,5^\circ\text{C}$ menjadi hanya $6,52^\circ\text{C}$ sedangkan *temperature approach* turun dari 4°C menjadi $3,42^\circ\text{C}$. Penurunan temperatur berpengaruh pada

efektifitas menara pendingin. Efektifitas menara pendingin pada kondisi desain sebesar 77,14% mengalami penurunan sebesar 11,55% dari kondisi desain menjadi 65,59%. Beban kalor total menara pendingin juga mengalami penurunan dari 414219,441 kJ/s menjadi 167574,304 kJ/s, hal ini membuktikan bahwa beban kerja menara pendingin kondisi aktual lebih ringan dibandingkan pada kondisi desain. Beban kalor dari menara pendingin dipengaruhi oleh debit aliran air dan temperatur masuk menara pendingin. Penurunan Laju aliran air pengganti akibat turunnya laju aliran aktual dan kehilangan penguapan. Laju aliran air pengganti turun dari 581,553 m³/h menjadi 374,55 m³/h pada kondisi aktual.

Kata Kunci : menara pendingin, laju aliran, air, udara, efektifitas, air pengganti

Kepustakaan : 15 (2005–2016)

SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS OF INDUCED DRAFT COUNTER FLOW COOLING TOWER

Scientific papers in the form of a scription, 15 Desember 2016

Dylan Admiral; Supervised by Ir. Hj. Marwani, M.T.

Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow*

xxi + 42 pages, 3 table, 19 pictures, 3 attachment

The purpose of this research is to analyse the performance of induced draft counter flow cooling tower. Induced draft counter flow cooling tower is a cooling tower which the fan is on the top of the tower, that used to suck air from the environment. Fan is used to force the convection heat transfer between the water entering the cooling tower and the air that sucked into the cooling tower. The air that goes into the tower will receive heat from the sprayed water causing heat transfer from water to air. The analysis is done by comparing the design condition with actual condition. Cooling tower consists of nine cell, each cell has 1 fan installation. Cooling water produced by the cooling tower will be channeled towards three process units namely Plant Ammonia, Urea Plant and Utility Plant. After the water passes through the process units and increased temperatures, the water will be returned to the cooling tower to be cooled back. The cooling towers are also supplied by Demin Plant to cover losses due to water evaporation occurs in the cooling tower. After collecting data, known in design condition, cooling tower is operated at a flow rate of $26650 \text{ m}^3/\text{h}$, while the flow rate at actual condition is $22286.44 \text{ m}^3/\text{h}$. The decline occurred in almost all performance parameters of the cooling tower. In conditions design, water temperature entering the cooling tower at 45.5°C and the outlet water temperature at 32°C . While on the actual temperature of water entering the cooling tower at 37.44°C and outlet water temperature at 30.92°C . This resulted in the decrease of temperature range from 13.5°C to 6.52°C , while the temperature approach dropped from 4°C to 3.42°C . The effectiveness of the cooling tower at design conditions is 77.14% and decreased by 11.55% to 65.59% from the design condition. Total heat load of cooling towers also decreased from 414219.441 kJ/s to 167574.304 kJ/s , this

proves that the workload of the actual condition of the cooling tower is lighter than the design conditions. Heat load of the cooling tower is affected by the water flow rate and inlet temperature of cooling tower. Decrease in make up water flow rate due to the actual flow rate and evaporation loss. The rate of make up water flow decrease from $581.553 \text{ m}^3/\text{h}$ to $374.55 \text{ m}^3/\text{h}$ on the actual condition.

Key Words : cooling tower, flow rate, water, air, effectivity, make up water

Citations : 15 (2005–2016)

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di kota Palembang pada tanggal 21 September 1994. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Jhoni Eka Saputra S.T. dan Ibu Yulia Hamidah. Penulis memulai pendidikan di SD N 251 Palembang. Setelah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2006, penulis melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 20 Palembang dan tamat pada tahun 2009. Kemudian penulis memilih melanjutkan pendidikannya ke jenjang berikutnya di SMA Unggul Negeri 4 Palembang. Selama menempuh pendidikan di SMA Negeri 4 Palembang, penulis pernah mengikuti kegiatan organisasi Perwakilan Kelas (PK) dan Pramuka di sekolah. Setelah menamatkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas, penulis akhirnya memilih melanjutkan pendidikannya di jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya melalui jalur S1. Pada saat menjalankan pendidikan S1 penulis juga pernah menjabat sebagai Ketua Hubungan Masyarakat (HUMAS) Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM) Tahun 2014/2015 dan menjadi anggota dari organisasi Rajawali Sriwijaya. Selama dalam masa pendidikan, Penulis juga pernah melakukan Kerja Praktek di PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG.

Orang tua penulis sangat berpengaruh pada kehidupan penulis, tanpa mereka penulis tidak akan mencapai apa-apa. Semua ini berkat pengorbanan yang telah orang tua penulis lakukan. Penulis merasa bersyukur kepada Allah SWT dan bangga kepada orang tua penulis karena tanpa mereka penulis tidak akan pernah mendapat gelar Sarjana seperti saat ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti seminar dan sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul **“Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow*”**.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

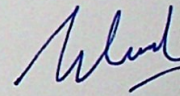
1. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Hj. Marwani, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi dan Bapak Ir. H. Zahri Kadir, M.T. yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Joniyanto, M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Pak Husni, Pak Kemal, dan Pak Yani selaku pembimbing dalam melakukan survey data.
7. Bapak Yahya, selaku koordinator Lab. Konversi Energi
8. Seluruh staff, dan dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
9. Papa, Mama dan Adik tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan dan semangat baik secara moril maupun material demi keberhasilan penulis.
10. Keluarga besar yang selalu menyayangi dan memberikan dukungan.
11. Sepupu sekaligus sahabat terbaik Mizan Akbar, sahabat seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi Arda Alvonda H., serta rekan revisi Hendy Chairman.
12. Sahabat-sahabat “yuk ngeread” Viqar, Siok, Andi, Ridwan, Haris, Dian serta teman seperjuangan pada saat awal perkuliahan Akbari, Afif dan Eki Dias yang selalu memberikan dukungan dan selalu ada saat dibutuhkan.

13. Rekan-rekan Asisten Lab. Konversi Energi Pulo, Zulhardi dan Bang Benni.
14. Teman-teman dari PBSN, HMM, dan Rajawali Sriwijaya
15. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Mesin khususnya angkatan 2012.
16. Almamater Tercinta Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Wassalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Inderalaya, Desember 2016



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan Agenda	iii
Halaman Persetujuan	iv
Halaman Pernyataan Intergritas	v
Halaman Pernyataan Publikasi	vi
Halaman Persembahan	vii
Ringkasan	viii
Summary	x
Riwayat Penulis	xii
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Gambar	xviii
Daftar Tabel	xix
Daftar Lampiran	xx
Daftar Simbol	xxi
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Menara Pendingin	4
2.2 Komponen Menara Pendingin	4
2.2.1 Rangka dan Wadah	4
2.2.2 Bahan Pengisi (<i>Fill</i>)	4
2.2.3 Kolam Air Dingin	5
2.2.4 <i>Drift Eliminators</i>	5
2.2.5 Saluran Udara Masuk	5
2.2.6 Louvers	6
2.2.7 <i>Fan</i>	6
2.3 Jenis Menara Pendingin	6
2.3.1 <i>Natural Draft</i>	6
2.3.2 <i>Mechanical Draft</i>	7
2.3.2.1 <i>Forced Draft</i>	7
2.3.2.2 <i>Induced Draft</i>	8
2.4 Analisis Performansi Menara Pendingin	9
2.4.1 <i>Temperature Range</i>	9
2.4.2 <i>Temperature Approach</i>	9
2.4.3 Efektifitas	10
2.4.4 Beban Kalor Total	11

2.4.5 Laju Aliran Air Pengganti (<i>Make up Water</i>)	11
2.4.6 Kehilangan Penguapan (<i>Evaporation Loss</i>)	11
2.4.7 Kerugian Drift (<i>Drift Loss</i>)	12
2.4.8 Kerugian <i>Blowdown</i> (<i>Blowdown Loss</i>)	12
2.4.9 Laju Aliran Massa Fluida	12
2.4.10 Rasio Massa Aliran Massa Fluida Air dan Udara	13
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metoda Penelitian	16
3.2 Deskripsi Sistem	17
3.3 Data Desain dan Peralatan Menara Pendingin	18
3.3.1 Data Umum	18
3.3.2 Sistem Menara Pendingin	19
3.3.3 Data Performansi Desain	19
3.3.4 Data <i>Fan</i>	19
3.3.5 Data <i>Speed Reducers</i>	20
3.3.6 Data Poros	20
3.3.7 Data Motor Penggerak	20
3.4 Prosedur Pengukuran	21
3.4.1 Pengukuran Temperatur Udara	21
3.5.1 Survey Data melalui Control Panel	22
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penelitian	23
4.2 Asumsi Data	23
4.3 Perhitungan Data	24
4.3.1 <i>Temperature Range</i>	24
4.3.2 <i>Temperature Approach</i>	24
4.3.3 Efektifitas	24
4.3.4 Kerugian Drift (<i>Drift Loss</i>)	25
4.3.5 Kerugian <i>Blowdown</i> (<i>Blowdown Loss</i>)	25
4.3.6 Laju Aliran Air Pengganti (<i>Make up Water</i>)	26
4.3.7 Laju Aliran Massa Fluida	26
4.3.7.1 Laju Aliran Massa Air	26
4.3.7.2 Laju Aliran Massa Udara	27
4.3.8 Beban Kalor Total	27
4.3.9 Kehilangan Penguapan (<i>Evaporation Loss</i>)	27
4.3.10 Rasio Massa Aliran Air dan Udara (L/G)	30
4.4 Hasil Perhitungan Data	31
4.5 Pembahasan	32
4.5.1 Temperatur Air Keluar dan Laju Aliran Air Pengganti	32
4.5.2 Efektifitas	33
4.5.3 Profil <i>Temperature Range</i> Air	34
4.5.4 Profil Temperatur Air dan Udara Kondisi Aktual	35
4.5.5 Diagram Distribusi Kehilangan Air Menara Pendingin	35
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	37
5.1 Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

38

LAMPIRAN

40

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NO. DAFTAR · 170314

TANGGAL · 27-2-2017

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Bahan pengisi tipe <i>splash</i>	5
2.2 Louvers	6
2.3 <i>Fan</i> pada menara pendingin	6
2.4 Menara pendingin tipe <i>forced draft</i>	8
2.5 menara pendingin tipe <i>induced draft counter flow</i>	8
2.6 menara pendingin tipe <i>induced draft cross flow</i>	9
2.7 Diagram distribusi temperatur menara pendingin tipe <i>induced draft counter flow</i>	10
2.8 <i>Temperature range</i> dan <i>temperature approach</i>	11
2.9 Balans massa fluida menara pendingin	14
3.1 Diagram alir penelitian	16
3.2 Deskripsi sistem menara pendingin	17
3.3 Tampak samping perpotongan menara pendingin	18
3.4 Sudu <i>fan spare</i> yang digunakan pada menara pendingin	20
3.5 Thermometer udara	21
4.1 Grafik temperatur air keluar dan laju aliran air pengganti	33
4.2 Diagram Efektifitas	33
4.3 Profil <i>temperature range air</i>	34
4.4 Profil temperatur air dan udara kondisi aktual	35
4.5 Diagram Distribusi Kehilangan Air Menara Pendingin	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Survey data	23
4.2 Hasil perhitungan data	31
4.3 Data temperatur air keluar dan laju aliran air pengganti	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tampak bagian depan menara pendingin	40
2. Tampak bagian belakang menara pendingin	40
3. Sketsa tampak samping perpotongan menara pendingin	41
4. Sketsa tampak depan perpotongan menara pendingin	41
5. Kurva Psikrometrik udara	42
6. Tabel sifat air jenuh	43

DAFTAR SIMBOL

R	: <i>Temperature range</i> ($^{\circ}\text{C}$)
A	: <i>Temperature approach</i> ($^{\circ}\text{C}$)
T_w	: Temperatur air ($^{\circ}\text{C}$)
T_{wb}	: Temperatur udara <i>wet bulb</i> ($^{\circ}\text{C}$)
ε	: Efektifitas (%)
$\dot{Q}$	: Beban kalor total (kJ/s)
$\dot{m}_w$	: Laju aliran massa air (kg/s)
c_p	: Kalor spesifik (kJ/kg.K)
$\dot{V}_{\text{make up}}$	: Laju aliran air pengganti (m^3/h)
EL	: Kehilangan penguapan (m^3/h)
BL	: Kerugian <i>blowdown</i> (m^3/h)
DL	: Kerugian <i>drift</i> (m^3/h)
$\dot{m}_a$	: Laju aliran massa udara (kg/s)
ω_a	: Rasio kelembaban udara (g/kg d.a.)
%EL	: Persentase penguapan (%)
$\dot{V}_w$	: Laju aliran air menara pendingin (m^3/h)
C.O.C	: Siklus Konsentrasi
ρ	: Densitas (kg/m^3)
$\dot{m}$	: Laju aliran massa (kg/s)
$\dot{V}$	: Laju aliran (m^3/s)
L/G	: Perbandingan antara massa aliran air dan udara

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Pada setiap industri yang ada selalu membutuhkan kehandalan dari fasilitas pendukungnya. Salah satu fasilitas yang memiliki peran vital pada industri yang menggunakan fluida sebagai objek kerja adalah menara pendingin. Menara pendingin adalah salah satu komponen yang sangat diperlukan dalam sistem pengaturan energi dan proses industri untuk membuang panas dari fluida air ke lingkungan. Perkembangan industri yang pesat mendorong kebutuhan akan menara pendingin semakin meningkat.

Berbagai jenis tipe menara pendingin telah dikembangkan dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pemilihan dari sebuah menara pendingin pun memperhatikan aspek lingkungan sekitar pembangkit berada, misalnya temperatur dan kelembaban. Salah satu jenis dari menara pendingin adalah tipe *induced draft counterflow*. Menara pendingin tipe *induced draft counter flow* adalah salah satu jenis dari menara pendingin dimana air panas disemprotkan atau dipancarkan dari bagian atas ke bawah, sementara udara atmosfer ditarik ke atas oleh fan yang berlawanan dengan jatuhnya air panas tersebut. Luas permukaan air yang besar dibentuk dengan melewati air melalui kisi-kisi atau *filler* dan bersinggungan sehingga terjadi perpindahan panas antara air dengan udara (Incopera, 2002).

Industri membangun unit menara pendingin untuk menunjang kegiatan produksi yang dilakukan. Hal-hal yang mempengaruhi kinerja dari menara pendingin seperti temperatur dan volume aliran fluida air pendingin serta komponen pendukung lain selalu dicek agar kinerja dari menara pendingin selalu terjaga. Temperatur udara yang berubah-ubah tergantung pada cuaca dan musim dapat menyebabkan penurunan dari kinerja menara pendingin, kemudian kinerja komponen pendukung juga harus dicek secara teratur karena dapat mengganggu proses pendinginan. Instalasi unit pendukung di industri yang sudah tua juga menjadi perhatian karena terjadi penurunan efektifitas dari unit tersebut.

Penggunaan unit penukar kalor kondensor yang sudah tua dapat menjadi masalah karena dapat men proses produksi, untuk itulah diperlukan analisis terhadap performansi menara pendingin untuk menemukan langkah-langkah pencegahan di masa depan apabila terjadi penurunan efektifitas dari kondensor.

Parameter yang mempengaruhi kinerja menara pendingin, yaitu : Pengaruh temperatur lingkungan merupakan temperatur ambient (*dry bulb* dan *wet bulb*) akan mempengaruhi perpindahan panas atau kinerja di dalam menara pendingin. Kinerja menara pendingin dipengaruhi oleh proses perpindahan panas secara sensibel dan laten di dalam *fill* (ruang pengisi) (Incopera, 2002). Beberapa faktor lain seperti kecepatan *fan*, dan rasio aliran fluida air pendingin dengan fluida udara dapat menjadi parameter. Analisis performansi dari menara pendingin sudah dilakukan oleh beberapa peneliti.

Pada penelitian ini akan dilihat pengaruh dari lingkungan dan sistem serta komponen pendukung dari menara pendingin terhadap kinerja dari menara pendingin tersebut.. Dengan demikian akan dibuat skripsi dengan judul **“ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW*”**.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini adalah bagaimana performansi dari menara pendingin yang digunakan sekarang dibandingkan dengan kondisi desain. Performansi dari menara pendingin akan ditinjau berdasarkan berbagai parameter seperti *temperature range*, *temperature approach*, efektifitas, dan kerugian-kerugian air yang terjadi.

1.3. Batasan Masalah

Peneliti membatasi penelitian yaitu kondisi yang akan dibahas adalah kondisi desain dan kondisi aktual. Faktor mendetail mengenai siklus konsentrasi yang mempengaruhi kehilangan air *blowdown* tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengkaji performansi dari menara pendingin baik pada kondisi desain maupun pada kondisi aktual.

1.5. Manfaat Penelitian

Peneliti mengharapkan penelitian ini dapat menjadi kajian yang bermanfaat. Manfaat dari penelitian skripsi ini antara lain :

1. Dari penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai performansi dari menara pendingin.
2. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada perusahaan mengenai kinerja dari menara pendingin yang terdapat di perusahaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Awwaludin, M., Santoso P., and Suwardiyono, 2012. *Perhitungan Kebutuhan Cooling Tower pada Rancang Bangun Untai Uji Sistem Kendali Reaktor Riset*. Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN. ISSN : 1411-0296, Volume 9 No.1, Juni 2012 .
- Baker, D. R., and Shryock, H. A., 2013. *A Comprehensive Approach to The Analysis of Cooling Tower Performance*. SPX Cooling Technologies, Inc. Overland Park, Kansas USA.
- Balashanmugam, P., and Balasubramanian, G., 2014. *Experimental Study on the Design of a Cooling tower for a Central Air-conditioning Plant*. International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR). ISSN: 2321-0869, Volume-2, Issue-3, March 2014.
- Budiharjo, 2010. *Kinerja Menara Pendingin Untuk Kebutuhan Sistem Pengkondisian Udara pada Kondisi Iklim Tropis Basah*. Laboratorium Teknik Pendingin dan Tata Udara Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok. Seminar Nasional Tahunak Teknik Mesin (SNTTM) ke-9.
- Cengel, Y. A., and Boles, M. A., 2006. *Thermodynamics An Engineering Approach*. McGraw-Hill, Inc. New York, USA.
- EE IIT Kharagpur, 2008. *Refrigeration and Air Conditioning*. EE IIT Kharagpur. Kharagpur, India.
- GEO4VA. *Ground Loop Configuration and Installation*. Virginia Department of Mines, Minerals and Energy. www.geo4va.vt.edu/A2/A2.htm
- Hensley, J. C., 2009. *Cooling Tower Fundamentals*. SPX Cooling Technologies, Inc. Overland Park, Kansas USA.
- Immanual, R., and Rajakumar, S., 2016. *Performance Evaluation and Optimisation of Cross Flow Cooling Tower*. Department of Mechanical Engineering, Regional centre, Anna university Tirunelveli Region. Tirunelveli, India.
- Incopera, F. P., and Dewitt, D. P., 2002. *Introduction to Heat Transfer, 4th edition*. John Wiley & Sons, Inc. USA.

- Juangjandee, P., and Sucharitakul, T., 2004. *Performance Evaluation of Induced-Draft Cross-Flow Cooling Tower*. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Chiang Mai University. Thailand.
- Patel, R., Tripathi, R., and Gangwar, S., 2015. *Conventional Analysis of Performance of Cooling Tower Used for Industrial Purpose*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). SN: 2249 – 8958, Volume-4 Issue-4, April 2015
- Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia. www.energyefficiencyasia.org
- Pratiwi, N.P., Nugroho, G., and Hamidah, N. L., 2014. Analisa Kerja *Cooling Tower Induced Draft* Tipe LBC W-300 Terhadap Pengaruh Temperatur Lingkungan. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 7, No.7, (2014) 1-6.
- Sentana, A., and Hadinata, T. A., 2005. Sistem Operasi dan Analisis Menara Pendingin (*Cooling Tower*) PLTP Kamojang. Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung. INFOMATEK Vol. 7 No.2 Juni 2005.